Specijalni efekti na interijernom tekstilu od džinsa

Iličić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:986808

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

SPECIJALNI EFEKTI NA INTERIJERNOM TEKSTILU OD DŽINSA

IVANA ILIČIĆ

Zagreb, srpanj 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA TEKSTILNO-KEMIJSKU TEHNOLOGIJU I EKOLOGIJU

DIPLOMSKI RAD

SPECIJALNI EFEKTI NA INTERIJERNOM TEKSTILU OD DŽINSA

prof.dr.sc. TANJA PUŠIĆ IVANA ILIČIĆ 10383TMD-DT

Zagreb, srpanj 2017.

Ovim putem želim zahvaliti svima
koji su svojom podrškom i savjetima
doprinijeli nastanku ovog diplomskog rada.
Posebno zahvaljujem
mentorici dr. sc. Tanji Pušić kao i dr. sc. Tihani Dekanić
na datoj kreativnoj slobodi, strpljenju i stručnom vodstvu
prilikom izrade rada te
na dragocjenom vremenu
i velikoj pomoći u realizaciji mojih ideja.
Također zahvaljujem kolegici Dori Štefanec na zajedničkoj suradnji
i cijeloj svojoj obitelji, a posebice sestri Silviji koja mi je pružila pomoć i podršku
tijekom cijelog akademskog obrazovanja!

Veliko hvala!

I

Rad je izrađen na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu, Zavodu za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ispitivanje materijala, Zagreb, Savska cesta 16/9.

Rad sadrži:

- Broj stranica: 58
- Broj slika: 35
- Broj likovnih ostvarenja i izradaka: 16
- Broj literaturnih izvora: 12

Članovi povjerenstva:

1. Doc. art. Koraljka Kovač Dugandžić, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet - predsjednica povjerenstva
2. Prof. dr. sc. Tanja Pušić, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet – članica
3. Dr. sc. Tihana Dekanić, viši asistent, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet – članica
4. Doc. dr. sc. Sandra Flinčec Grgac, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet – zamjenica članice

Datum obrane: 12. srpnja 2017. g.

Rad je pohranjen u knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta u Zagrebu, Prilaz baruna Filipovića 28a u tiskanom i digitalnom obliku.

SAŽETAK

U radu je provedena predobrada tkanine od džinsa primjenom klasičnih i inovativnih sredstava za obezbojavanje s ciljem funkcionalizacije džinsa kao sjenila za interijerne lampe. Dodatno je proveden postupak *Ice Wash* u kojem se kombinira sredstvo za obezbojavanje s abrazivnim djelovanjem vulkanskog kamena. Oblikovanju sjenila od džinsa je prethodilo i ciljano kemijsko i mehaničko oštećenje džinsa. Oštećenja na sjenilu od džinsa omogućila su prodor svjetla i specijalne svjetlosne efekte u interijeru. Dizajn inovativnog i kreativnog proizvoda – stolne lampe sa sjenilom od džinsa je realiziran u četiri varijacije, unikatnog karaktera, koje se po mnogim elementima razlikuje od ponude na tržištu.

Ključne riječi: *interijerni tekstil, džins, obezbojavanje, dizajn, sjenilo, stolna lampa*

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. TEORETSKI DIO 2

2.1. INTERIJERNI TEKSTIL 2

2.1.1. DEKORATIVNI TEKSTIL 2

2.1.2. TEKSTILNE PODNE OBLOGE 3

2.1.3. ZIDNE I STROPNE OBLOGE 3

2.1.4. RUČNO ILI STROJNO PROIZVEDENI TEKSTIL 3

2.2. DŽINS 4

2.2.1. OPLEMENJIVANJE DŽINSA 6

2.2.1.1. OBRADA KAMENOM - *STONE WASH* 7

2.2.1.2. OBEZBOJAVANJE DŽINSA 9

2.2.1.3. OBRADA VULKANSKIM KAMENOM I SREDSTVIMA ZA OBEZBOJAVANJE 14

2.3. PROIZVODI OD DŽINSA 17

3. EKSPERIMENTALNI DIO 19

3.1. MATERIJAL 19

3.2. POSTUPCI I OBRADE 19

3.3. KEMIKALIJE I SREDSTVA 21

3.4. POSTUPCI OBRADE 22

3.5. UREĐAJI I APARATI 24

3.5.1. ANALITIČKA VAGA 24

3.5.2. UREĐAJ ZA OPLEMENJIVANJE I BOJADISANJE 24

3.5.3. PERILICA RUBLJA 25

3.5.4. RASTEZNI SUŠIONIK 26

3.5.5. SUŠIONIK 27

3.6. MJERNE METODE 27
3.6.1. ODREĐIVANJE VLAČNIH SVOJSTAVA 27
3.6.2. DIGITALNI MIKROSKOP 28
3.6.3. REMISIJSKI SPEKTROFOTOMETAR 29
4. REZULTATI S RASPRAVOM 30
4.1. POVRŠINSKA MASA 30
4.2. VIZUALIZACIJA POVRŠINA 31
4.3. KARAKTERIZACIJA POVRŠINE MIKROSKOPOM 37
4.4. SPEKTRALNE KARAKTERISTIKE 48
4.5. PREKIDNA SILA 50
4.6. REALIZACIJA – DIZAJN LAMPE 51
5. ZAKLJUČAK 55
6. LITERATURA 56
POPIS SLIKA 57
POPIS TABLICA 58

1. UVOD

Džins je jedan od najtraženijih i najpopularnijih odjevnih predmeta sadašnjice. U 19. stoljeću je bio tek sirova i teška tkanina od koje se izrađivala radna odjeća, a danas neizostavni odjevni predmet kojeg gotovo svatko ima u ormaru.

Za početak i razvoj džinsa (eng. *jeans* - denim, traper) zaslužan je jedan od najuspješnijih poduzetnika na području trgovine tekstilom - Levis Strauss. Desetljeća i desetljeća prolaze, a džins se neprestano obrađuje kako bi slijedio modne trendove i privlačio pažnju kupaca. Iako se džins najčešće koristi u odjevnoj industriji, sve je veća popularizacija njegovog korištenja za neke druge svrhe, npr. interijere.

Interijerni tekstil, namijenjen opremanju i uređenju kućanstava, poslovnih i sličnih prostora, se unapređuje kroz razvoj materijala, funkcionalna i ostala inovativna rješenja.

Upravo je to bila misao vodilja prilikom pripreme i odabira teme ovoga rada. Specijalni efekti na interijernom tekstilu od džinsa su s moje točke gledišta izazov za dizajnera

U ovom radu je provedena funkcionalizacija tkanine od džinsa primjenom različitih sredstava za obezbojavanje: vodikov peroksid, kalijev permanganat, natrijev hipoklorit te novorazvijeni produkt koji se deklarira kao inovativno i učinkovito organsko bijelilo visoke ekološke pouzdanosti. U kombinaciji s $KMnO_4$ je upotrijebljen vulkanski kamen koji su sinergijski doprinijeli postizanju specifične površine džinsa. Dodatna obrada obezbojenog džinsa je uključila ciljano oštećenje sulfatnom kiselinom. Oštećena mjesta na sjenilu od džinsa su osmišljena radi postizanja specijalnih efekata u interijeru. Varijacija za prodor svjetla je načinjena kroz pažljivo izdvojene osnovine niti.

Sjenilo od džinsa je u naknadnoj obradi učvršćeno smolom, koja ga dodatno čini postojanom na djelovanje vanjskih utjecaja. Kombinacija navedenih postupaka je rezultirala dizajnom inovativnog i kreativnog proizvoda – stolne lampe, koja se po mnogim elementima razlikuje od postojeće ponude na tržištu.

2. TEORETSKI DIO

2.1. INTERIJERNI TEKSTIL

Primarna uloga interijernog tekstila je uljepšavanje i/ili funkcionalizacija unutarnjeg prostora. Opremanje kućanstava, poslovnog prostora, hotela, bolnica, škola i sličnih prostora sve je složenije s obzirom na potrebu ispunjavanja tehničkih zahtjeva, pri čemu je potrebno ispuniti određenu razinu estetike, funkcionalnosti, usklađenosti stilova, univerzalnosti i/ili individualnosti, kvalitete i trajnosti.

Tekstil interijera razlikuje se od ostalih tekstila s obzirom na svrhu kojoj treba poslužiti. Takav materijal treba zadovoljiti posebne karakteristike, npr. površinska masa, debljina i širina tkanine koja može s lakoćom prekrivati pojedine elemente u prostoru. Te tkanine trebaju biti funkcionalne, te ih je potrebno dodatno obraditi radi postizanja specijalnih zaštita, npr. obrada protiv gorenja, prljanja, vodo odbojna, obrada protiv moljaca, te drugi slični vidovi zaštite. S obzirom na navedeno, očekuje se određena kvaliteta i trajnost interijernog tekstila.

Interijerni tekstil se grana u nekoliko podvrsta, a najznačajniji su [1]:

- dekorativni tekstil
- tekstilne podne obloge
- zidne i stropne obloge
- ručno ili strojno izrađeni proizvodi.

2.1.1. DEKORATIVNI TEKSTIL

Dekorativni tekstil obuhvaća **presvlake, zavjese i draperije. Presvlake** su tkanine ili plošni proizvodi koje se koriste preko okvira namještaja i jastuka. S obzirom da su te plošni proizvodi u učestaloj upotrebi potrebno je zadovoljiti određena svojstva, čvrstoću, dobra otpornost na habanje i abraziju, postojanost obojenja, otpornost na smicanje šavova i deformaciju niti pređe ili konca. **Zavjese i draperije** (još se nazivaju prozorske tkanine,

pletiva ili netkani materijali) imaju važnu ulogu u primjeni tekstila za interijere. Zavjese se izrađuju od različitih materijala, laganijih ili težih, s efektnim nitima, ukrašene jednobojnim i raznobojnim oblicima. Draperije čine teške i često neprozirne tkanine, koje mogu biti jednobojne, višebojne i uzorkovane. Uporaba prozorskih tkanina osigurava privatnost korisnicima prostora, pruža izolaciju od topline, hladnoće i svjetlosti, ali poboljšava estetski učinak [1].

2.1.2. TEKSTILNE PODNE OBLOGE

Tekstilne podne obloge uključuju ***tepihe i podloge***, koje mogu biti mekane tkane, pletene, vezene i netkane ili tvrde, odnosno glatke (vinil, linoleum, pluto, gumene pločice ili listovi). Upotreba tekstilnih podnih obloga je široko rasprostranjena, od kućanstava preko hotela i bolnica, pa do zračnih luka, automobila i ostalih prometala. Vrsta i udio vlakana kao i konstrukcija važan su čimbenik u odabiru za upotrebu s obzirom na svojstva i karakteristike pojedine tekstilne podne obloge.

Tepisi su mekane podne obloge, a mogu se proizvesti tkanjem, uzlanjem, iglanjem i taftingom. Specijalna kvaliteta tepiha očituje se u visokoj otpornosti na habanje, dobroj postojanosti obojenja, visokoj dimenzijskoj stabilnosti, čvrstoći veznih točaka, uzlova i dobrim FR (*flame retardant*) svojstvima - svojstvo usporavanja djelovanja plamena [2].

2.1.3. ZIDNE I STROPNE OBLOGE

Zidne i stropne obloge se postavljaju na zidove i stropove pa stoga mogu biti ukrasne i funkcionalne. Ove plošne tvorevine ili plošni proizvodi se obično podupiru papirom ili nepropusnim slojem. Tkanine koje se koriste za izradu zidnih i stropnih obloga su makrame i tapiserija. Glavna fizikalna svojstva tih obloge su dobra otpornosti na plamen, tlo i mrlje [1].

2.1.4. RUČNO ILI STROJNO PROIZVEDENI TEKSTIL

Ručno ili strojno proizvedeni tekstil su izrađeni rezanjem i šivanjem kućnog tekstila. Namijenjeni su za opremu prostora kupaonica, kuhinja i stolnih ploča, te posteljine.

Interijerni tekstil koji se koristi prije i poslije kupanja obuhvaća ručnike od frotira i velura. Sagovi i tepisi za kupaonice su mekani i dekorativni funkcionalni proizvodi.

Tuš zavjese su izrađene od plastičnih folija i netkanog tekstila, namjenski prilagođene sprječavanju prskanja vode.

Posteljina uključuje jastučnice, pokrivače (tkani, čupavljeni, pleteni, netkani), vanjske prekrivače, poplune i jastuke.

Stolni artikli ukrašuju prostore i površine za blagovanje (stolnjak, salvete, podmetači i sl.), a izrađeni su od prirodnih i sintetskih materijala, kvalitete satena, žakard tkanina, čipke i sl.

Kuhinjski tekstilni proizvodi uključuju pregače, kuhinjske krpe, rukavice, maske i pokrivače glave.

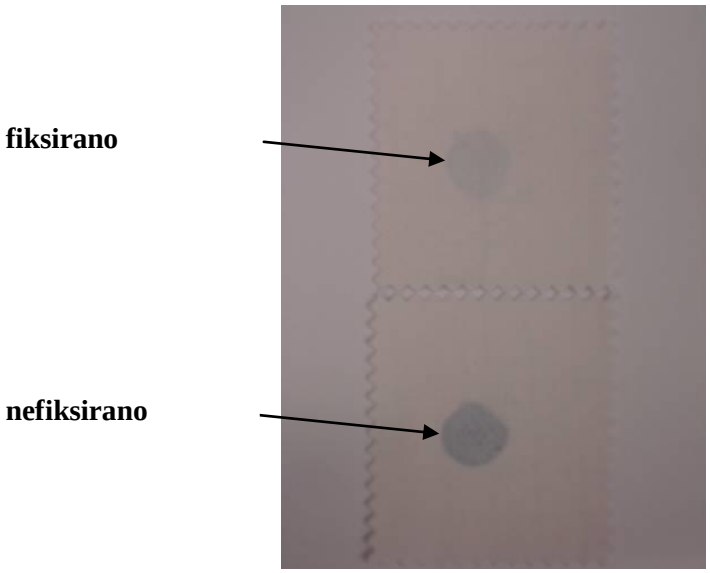
2.2. DŽINS

Džins je i danas jedan od najprepoznatljivijih tkanina za izradu odjevnih predmeta. Džins se pojavio sredinom 19. stoljeća u Americi. Tada su najveći dio njezina stanovništva činili radnici, a teški radni uvjeti zahtijevali su i potrebu nošenja čvrste radne odjeću. Do sredine 19. stoljeća koristio se čvrsti keper od denima od kojeg su se izrađivali kombinezoni: predimenzionirani odjevni predmeti koji su se nosili preko svakodnevne odjeće, s džepovima sprijeda i sa strane na kukovima. A onda je Levi Strauss, jedan od najuspješnijih poduzetnika na području trgovine tekstilom, eksperimentirajući s različitim tkaninama pronašao materijal od kojeg je napravio hlače prikladne i primjerene za svakodnevne, što teške što lakše radne uvjete. Do 60-ih godina prošlog stoljeća džins tkanina je dolazila na tržište samo u plavom tonu koji se postizao bojadisanjem indigom, sl.1. Otada je napravljen veliki korak u iznalaženju mogućnosti jednostavnijeg bojadisanje i proširenja nijansi. To platno je u početku služilo samo za radnu odjeću, da bi zatim postalo modni artikl i danas je na vrhuncu u pogledu potražnje i raznolikosti.



Slika 1: *Indigo Tinctoria L.* [3]

Za proizvodnju džins tkanine najčešće se koriste pamučna vlakna, a pri samoj izradi koriste se plavo obojene osnovine i neobojene potkine niti koje se povezuju u keper 3\1 vezu [4]. Tamno plavi džins je još uvijek važna boja, te je postizanje dobre postojanosti na trenje potrebno provesti fiksiranje, sl. 2. [5].



Slika 2: *Primjer fiksiranog i nefiksiranog bojila*

U početku je džins dolazio nakon šivanja odmah u prodavaonice, no kao takav bio je jako krut i neugodan za nošenje. Zato se takav odjevni predmet odmah nakon kupnje ispirao kako bi se omekšao, smanjio i prilagodio obliku tijela. Ponavljajući tu radnju, on bi se isprao i izgledao bi iznošeno. Potražnja za ovom tkaninom je porasla, što je dovelo do posebne tehnologije kroz procese oplemenjivanja odjeće. Načelno, odjeća od džinsa se nakon konfekcioniranja oplemenjuje s ciljem postizanja željenih efekata. Kao takav, džins je predmet interesa

inženjera tekstilne tehnologije, kemičara, grafičara, dizajnera i strojara. U tijeku provedbe procesa nema uređenog slijeda operacija, što otvara brojne mogućnosti i varijacije efekata, te primjenu džinsa za različite namjene.

Važno je napomenuti da brojne tvrtke imaju odjele koji se bave razvojem sredstava za obradu džinsa. Unapređenje tehnologije obrade džinsa, s ciljem povećanja kvalitete, se ostvaruje kroz razne oblike profesionalnog angažmana, npr. posjete sajmovima, osnivanje centara odjeće (*Garment centers*), objava stručnih publikacija i sl. Na ovaj način je moguće pratiti novitete, npr. raznolikost sredstava, obrada, efekata i strojeva namijenjenih obradi džinsa [5].

Ciljevi osnivanja ovih centara odjeće su višestruki i očituju se kroz:

- *razvoj kolekcija*
- *razvoj uzoraka*
- *razvoj novih procesa*
- *teoretske i praktične tečajeve*
- *tehničku podršku.*

Ustrojstvo centara odjeće je svrsishodno za:

- *dizajnere, tehničare i inženjere koji su zainteresirani za razvoj i procese*
- *produkt menadžere i konfekcionare koji su zainteresirani za učenje o cjelokupnom procesu oplemenjivanja džinsa*
- *korisnike koji imaju interesa za učenje o procesima i proizvodima*
- *osobe koje se upuštaju u djelatnost obrade džinsa i trebaju savjete i poučavanje*

tehničare koji žele unaprijediti znanje o oplemenjivanju odjeće.

2.2.1. OPLEMENJIVANJE DŽINSA

Oplemenjivanje džinsa vrši se kroz suhe i mokre postupke, koji se mogu svrstati u tri osnovne faze:

- ***predobrada ili predapretura,*** koja obuhvaća procese odškrobljavanja, iskuhavanja,

pranja i obezbojavanja. To je faza u kojoj se džins priprema za daljnje doradne procese. Poznato je da uspješnost završnih obrada ovisi o kvaliteti provedbe procesa predobrade, pa se smatra da 70 % problema u doradi i održavanju potječe od nestručno provedene predobrade tekstila [6].

2.2.1.1. OBRADA KAMENOM – *STONE WASH*

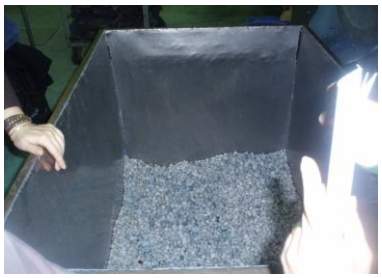
Iznošeni izgled može se postići na različite načine, a dugo vremena kao jedino sredstvo koristio se prirodni vulkanski ili gorski kamen – plovučac. Osim u tekstilnoj industriji, kamen plovučac se koristi u građevinarstvu, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Vulkanski kamen nastaje u plinovitoj fazi erupcije vulkana, a može se pronaći u Grčkoj, Turskoj, Indoneziji, Kini, Japanu, Meksiku. Prirodna je tvar, te ga ima u izobilju, relativno je jeftin i lako je doći do njega, pa ga stoga mnoge tvornice koriste kao jedini izvor za dobivanje iznošenog i ispranog izgleda. S obzirom na veliku potrošnju vulkanskog kamena, ukoliko prirodni resursi nisu dostatni, može se posegnuti za sintetički pripravljenim kamenjem u raznim veličinama i konturama. Gustoća kamena plovučca je oko 0,25 g/cm^3 i veoma je porozan, sl.3. Boja mu se kreće od bijele, preko bež do sive, a iznimno može biti zeleno-smeđi ili čak crn. Sastoji se od silicijevog oksida (55-75%), aluminij oksida (10-16%), natrijevog oksida (3-6%) i malih količina kalijevog, kalcijevog i željezo oksida.



Slika 3: *Vulkanski kamen - plovučac*

Prednost vulkanskog kamenja je u tome što se ispran i iznošen izgled postižu nakon samo jednog pranja. Mehanizam djelovanja kamena plovučca najlakše je usporediti s djelovanjem ribaće četke, pri čemu se abrazivnim djelovanjem djelomično skida bojilo s određenih mjesta

sl.4. Postignut stupanj istrošenosti najveći je na zadebljanim mjestima (šavovi) koji su u tom procesu najizloženiji. Količina kamena s obzirom na masu materijala može biti 0,5 do 3 puta veća od mase materijala.



Slika 4: *Spremnik vulkanskog kamena koji je već korišten za obradu džinsa*

Procesni parametri na koje je potrebno obratiti pozornost prilikom obrade vulkanskim kamenjem su:

- količina vode
- količina kamenja
- veličina i oblik kamenja
- vrijeme
- kemijski dodatci
- količina robe

Upotreba kamena za postizanje iznošenog izgleda ima i neke nedostatke. Vulkansko kamenje veoma oštećuje i troši metalne dijelove strojeva, te se oni vrlo brzo moraju mijenjati ili popravljati. Nekontrolirani uvjeti kod pranja mogu dovesti do oštećenja tekstilnog materijala. Osim toga, kamenje se uvlači u džepove odjevnih predmeta, te se mora ručno vaditi što stvara zastoje u radu. Na materijalu, kao i u kupelji zaostaje velika količina bojila, prašine i kamenčića te je potrebno ponovno ispiranje tekstilnog materijala i zbrinjavanje otpadnih voda. Vulkanski kamen je veoma porozan i brzo se troši pa možemo reći da ima kratki vijek trajanja. Dodatno opterećuje otpadne vode i povećava troškove obrade otpadnih voda iz pogona za oplemenjivanje džinsa.

Uobičajeni ciklus procesa obrade kamenom počinje punjenjem stroja džins odjećom, kvašenja, enzimatskog odškrobljavanja, ispiranja, obrade kamenom u vremenu od 30 do 90 min (ovisno o željenom izgledu), pražnjenjem stroja i čišćenjem od kamena, ispiranja,

omekšavanja, centrifugiranja i sušenja. Ovisno o vremenu obrade razlikuje se *stone wash* i *super stone wash*. Kod *super stone washa* vrijeme obrade je dulje te se postižu jače izraženi i svijetliji tonovi džinsa.

2.2.1.2. OBEZBOJAVANJE DŽINSA

Postupak obezbojavanja džinsa zauzima značajno mjesto u procesima predobrade džinsa.

Sredstva koja se koriste za obezbojavanje džinsa su oksidativna, a najčešće se koristi natrijev hipoklorit, vodikov peroksid, kalijev permanganat, natrijev persulfat, a u novije doba glukoza, enzimi lakaze i ozon.

Obezbojavanje natrijevim hipokloritom (NaOCl)

Natrijev hipoklorit je sredstvo koje je moguće, unatoč ekološkim nedostacima, upotrebiti za obezbojavanje džinsa, sl.5. Poznato je da NaClO ekološki nepovoljan radi visokih AOX vrijednosti.

Njegove prednosti u odnosu na ostala sredstva za obezbojavanje su: povoljna cijena, mogućnost obezbojavanja na sobnoj temperaturi, 40 do 50 °C, te šok postupkom na 80°C u vrlo kratkom vremenu od 15 do 20 minuta, pH vrijednost otopine natrijevog hipoklorita je od 9 do 11. Nakon obezbojavanja, materijal treba dobro oprati mekanom vodom, neutralizirati kiselinom da bi se uklonio eventualno zaostali klor, te ponovno oprati. U slučaju loše vođenog procesa obezbojavanja može doći do neželjenih efekata na džins tkanini, pojave crvenih, smeđih ili sivih mrlja.

Obavezno je kontrolirati parametre (temperatura, pH kupelji, vrijeme obrade, koncentracija NaClO, te potrebu naknadne obrade) [7, 8].

Hipoklorit koji se veže na popratne proteine koji su sastavni dijelovi pamučnog vlakna ne može se ukloniti ispiranjem i kiselinom. Zbog toga se pri sušenju može koncentrirati na vlaknu, pri čemu može doći do kombiniranog oksidativnog i kiselinskog oštećenja vlakna, što rezultira znatnim gubicima čvrstoće.

Mogući slijed operacija u postupku hipokloritnog obezbojavanja uključuje: odškrobljavanje, ispiranje, oksidacijsko obezbojavanje, ispiranje, reduktivnu obradu, neutralizaciju, ispiranje, optičko bijeljenje, omekšavanje, centrifugiranje i sušenje.



Slika 5: *Džins prije i nakon obezbojavanja s NaClO*

Obezbojavanje s kalijevim permanganatom ($KMnO_4$)

Postupak obezbojavanja s $KMnO_4$ je zamijenio obezbojavanje s NaClO, sl. 6.

Njegove prednosti u odnosu na NaClO su:

- dostupan u obliku praha
- stabilnost vodene otopine ukoliko se pravilno skladišti
- manje oštećenje celuloze
- lakša kontrola stupnja obezbojenja - manje oštećenje celuloze
- moguće je primijeniti postupak prskanja

Postupak prskanja je obavezno provesti u digestoru, u čijem unutarnjem dijelu struji voda, kao medij koji skuplja raspršene kapljice permanganata i odvodi ih iz radnog prostora). Kontaminirana voda prolazi preko filtera, pročišćava se i ponovno vraća u ciklus.



Slika 6: *Džins obezbojen prije i nakon obezbojavanja s $KMnO_4$*

Postupak prskanja kalijevim permanganatom ($KMnO_4$) se smatra najčešće primjenjivim načinom obezbojavanja džinsa u praksi. Ovo sredstvo se nanosi na predobrađen džins, a obezbojeni dijelovi se popularno nazivaju „istrošene površine“. Ovaj učinkovit postupak s ekološkog stanovišta, te aspekta okoliša i zdravlja je rizičan. Prema podacima, u svijetu se svaki dan troši 3 tone kalijevog permanganata, što uvjetuje i enormno ispuštanje u okoliš [9]. Ovaj problem se može istaknuti kroz slijedeće činjenice:

- Mangan je teški metal i nije biorazgradiv
- Kalijev permanganat pripada tvarima s visokim stupnjem toksičnosti za ribe, te se smatra kao opasan za okoliš
- U mnogim zemljama su oštre regulatorne mjere ili čak obaveza osiguravanja izbjegavanja $KMnO_4$.

Ove istaknute stavke iziskuju potrebu primjene ekološki prihvatljivih načina obezbojavanja. Za rješenje ove problematike su zainterisirani brojni dionici, ekološke organizacije, modna i tekstilna industrija, praoničari i krajnji korisnici koji podržavaju načela zelene ili eko proizvodnje, koja uključuje i održivi eko dizajn.

Organsko bjelilo

Jedna od mogućih rješenja prethodno istaknute ekološke problematike je razvoj inovativne eko alternative kalijevom permanganatu, koje je ponudila tvrtka CHT & Bezema. Produkt je patentiran kao **organiIQ BLEACH**, organsko inteligentno sredstvo za obezbojavanje čiji se potencijal ogleda u ekološkoj pouzdanosti i učinkovitosti. Primjenom ovog sustava obezbojavanja, džins ostvaruje dualnu inovaciju, ekološki benefit i specijalan učinak.

Ovaj inovativan sustav posjeduje sinergiju ekonomskih, sigurnosnih i ekoloških premisa. Trenutno, s obzirom na razvojnu fazu, nije primjenjiv za džins koji u sastavu ima elastan.

Benefiti:

- potpuno organsko sredstvo za obezbojavanje
- bez teških metala, klora i AOX
- potpuno biorazgradivo (>99% u skladu s OECD 301B)
- stabilno – ne posjeduje komponente koju mu osiguravaju trajnost
- bezopasan za okoliš, nema zagađenja voda toksičnim supstancama
- usklađen s listom ograničenih kemikalija, čime ispunjava zakonsku regulativu.

Obezbojavanje vodikovim peroksidom (H_2O_2)

Vodikov peroksid je najznačajnije sredstvo za obezbojavanje tekstilnih materijala od prirodnih celuloznih vlakana jer ima mnoge prednosti nad ostalim sredstvima. U kontroliranim uvjetima njime se postiže visok i trajan stupanj obezbojavanja uz minimalno ili praktički nikakvo oštećenje, ekološki je neopasan i ne ostavlja nikakve štetne posljedice.

Za pravilno vođenje procesa obezbojavanja vodikovim peroksidom potreban je alkalni medij koji pomiče reakciju u smjeru nastajanja veće količine hidrogen peroksid iona, koji sudjeluje u obezbojavanju:

$$H_2O_2 + OH^- \leftrightarrow HO_2^- + H_2O$$

Optimalna pH vrijednost za obezbojavanje džinsa vodikovim peroksidom je od 10,5 do 11,5. Kod viših pH dolazi do prenaglog raspada vodikovog peroksida,a time i do oštećenja vlakna. Pri obezbojavanju s H_2O_2 također se treba paziti da u kupelj za obezbojavanje ne dospiju ioni teških metala jer oni djeluju kao aktivatori te može doći do oštećenja celuloznih materijala. Zbog toga se u kupelj za bijeljenje dodaju sredstva, sekvestranti koja reagiraju sa ionima teških metala dajući sa njima stabilne komplekse [10].

Obezbojavanje lakazama

Obezbojavanje lakazama je uvedeno zbog ekoloških razloga prije par godina [11]. Da bi se obezbojavanje lakazama moglo provesti potrebno je uz enzim koristiti i tzv. posrednik ili medijator jer lakaze same nisu sposobne razoriti indigo bojilo. U vodenom mediju lakaze se oksidiraju i napadaju posrednika koji se prevodi u slobodne radikale koji potom napadaju bojilo i na kraju ga oksidiraju. Kako vrijeme reakcije prolazi, sve više radikala se formira iz posrednika, dok istovremeno posrednikovi radikali postaju oksidansi koji potom više ne sudjeluju u reakciji.



Slika 7: *Džins prije i nakon obezbojavanja lakazama*

Optimalni pH obrade je 4,5 i temperatura 65 ^{o}C, vrijeme djelovanja je 20 min. Sredstvo djeluje samo na indigo bojilo, dok neobojene niti ostaju netaknute, tj. vlakno zadržava svoju čvrstoću.

2.2.1.3. OBRADA VULKANSKIM KAMENOM I SREDSTVIMA ZA OBEZBOJAVANJE

Obradom vulkanskim kamenjem može se dobiti manje ili više iznošen izgled. No kako bi se pratili modni trendovi ponekad nije dovoljna obrada vulkanskim kamenjem nego je potrebno uključiti i obezbojavanje kako bi se postigao svijetli, izbljeđeni izgled. U početku se obezbojavanje provodilo samo na odškrobljenom džinsu, a danas se kombinira s postupkom *stone wash*.

U okviru ovog tretmana je potrebno istaći mogućnost uklanjanja indiga s džinsa pomoću kemijski tretiranog kamenja [12].
Najraniji oblik primjene veže se uz tehniku koja se zove „kiselo pranje“ (*Acid wash*) se može opisati kao tehnika kojom se uz obradu kamenom provodi još jedan korak.
Vulkansko kamenje se namače u NaClO ili sredstvu za obezbojavanje. *(„bleach“)* i onda se odjeća obrađuje rotiranjem (vrlo slično kao i u postupku „*stonewash*“, ali s manjom količinom vode ili čak bez vode).
U kasnijoj fazi se kamenje namakalo otopinom $KMnO_4$ *(Ice Wash).* Ova obrada „kamenjem“ se danas obavlja na mokroj odjeći u specijalnim strojevima. Danas se češće upotrebljava $KMnO_4$ nego NaClO.

Primarna kontrola procesnih varijabli u ovom procesu je slična varijablama u obradi kamenom (*stone wash*) i obuhvaća [8] :

- količinu kamena
- kemijski sastav kamena
- omjer punjenja
- veličinu i oblik kamena
- vrijeme procesa
- sadržaj vlage na odjeći
- stanje odjeće nakon procesa odškrobljavanja
- procesni parametri (pH, temperatura kupelji i OK).

Postupak *Ice Wash* je stupnjevit i obuhvaća:

1. Namakanje kamena u otopini $KMnO_4$ (koncentracijski raspon je od 1,5 do 5,0 %), u vremenu od 1 do 2 sata, sl. 8.

   Zamjensko sredstvo može biti NaClO ili $Ca(ClO)_2$ u koncentraciji od 5 do 10%.

Ova faza se može provesti na dva načina:

   a) Prvi način je da se kamen stavi u mrežastu tkaninu prije namakanja. Nakon namakanja se premjesti i ocijedi.
   b) Drugi način je stavljanje kamena u tambler, zajedno s džinsom tijekom nekoliko minuta, sl. 9.

2. Ispuštanje suviška kupelji.
3. Ulaganje odškrobljenog i navlaženog džinsa i kamena u stroj.
4. Obrada u tambleru od 10 do 30 minuta dok se ne postignu željeni efekti. Rezultati ovise o vrsti bojila, tkanine, koncentraciji kemikalija, vrsti kamenja i opremi u kojoj se obrada provodi.
5. U nekim slučajevima se, ovisno o poroznosti, kamenje može ponovno koristiti za slijedeće punjenje prije ponovnog namakanja. To može biti prednost pri vađenju odjeće iz stroja i prijenosa u drugi stroj za pranje da bi se smanjio broj strojeva za „*Ice Wash*“.
6. Punjenje stroja vodom i ispiranje kroz 5 minuta.
7. Reduktivna obrada.

Ukoliko se koristi KMnO4 onda postoji mogućnost stvaranja MnO_2 (smeđe/narančasta boja), slika 10. Moguće ga je ukloniti redukcijom s kupelji vodikovog peroksida u kiselom mediju, s natrijevim bisulfitom ($NaHSO_4$) ili hidroksilaminsulfatom $(NH_2OH)_2SO_4$.

Stroj se napuni vodom i dodaju se redukcijska sredstva. Kupelj se zagrijava na 80 °C i obrađuje 20 minuta. Ovaj postupak je znatno učinkovitiji ukoliko se pH podesi na 4 (s octenom ili mravljom kiselinom).

Ukoliko se koristi NaClO onda se zaostali klor treba ukloniti s $NaHSO_3$ ili H_2O_2.

8. Ispiranje (potpuno).
9. Omekšavanje po potrebi.
10. Sušenje.
11. Glačanje.



Slika 8: *Džins obrađen vulkanskim kamenom i $KMnO_4$*



Slika 9: *Namakanje kamena s $KMnO_4$ u tambleru/bubnju stroja za obradu džinsa*



Slika 10: *Neutralizacija džinsa nakon obezbojavanja s $KMnO_4$*

- ***bojadisanje i tisak***

obuhvaća postupke kojima se dobiva točno određeni ton obojenja džinsa, koja je jednolično postignuta na cijeloj površini odjevnog predmeta ili na njegovim određenim mjestima, u skladu s potrebama ili zamisli dizajnera [10].

- ***apretura***

je proces obrade džinsa u kojemu se primjenjuju specijalna sredstva s ciljem postizanja svojstava koje iziskuje namjena tekstilnog proizvoda koji se izrađuje od tog materijala, npr. *wash & wear* apreturu, vodoodbojnost, uljeodbojnost, zaštita od gorenja, lagano održavanje itd [10].

2.3. PROIZVODI OD DŽINSA

Ideja upotrebe džinsa u svrhu koja nije odjevna javila se kao rezultat potrage za novom, modernom vrstom interijernog tekstila koja će u prostoru ostaviti trag, a istovremeno dati tom prostoru posebnost i novu dimenziju. Do danas nije opala popularnost korištenja džinsa u različitim verzijama i oblicima, sl. 11. Svaka nova generacija uvodila je promjene u obliku kroja, tonova boje, mekoće, a sve veći je naglasak na završnoj obradi materijala koja džins individualizira i čini ga privlačnim različitim društvenim skupinama.



Slika 11: *Funkcionalizacija komadića džinsa – interijerni tekstil*

Interijerni tekstil, namijenjen opremanju i uređenju kućanstava, poslovnih i sličnih prostora, se kontinuirano unapređuje kroz razvoj materijala, funkcionalna i ostala inovativna rješenja. Rasvjeta i svjetlo su važni elementi svakog prostora. Osim potrebe osvjetljavanja prostora, rasvjetna tijela su i važan ukras tog prostora. Položaj i postavljanje, npr. lampe u prostor može dekorirati prostor, te ga uvođenjem novog izvora svjetla učiniti jedinstvenim.

U ovom radu je razrađena ideja izrade interijernog elementa –lampe, čije je sjenilo načinjeno od džinsa. Modifikacija površine materijala idejno je neophodna za postizanje specijalnih efekata i površina, koje omogućavaju igru svjetla i sjene.

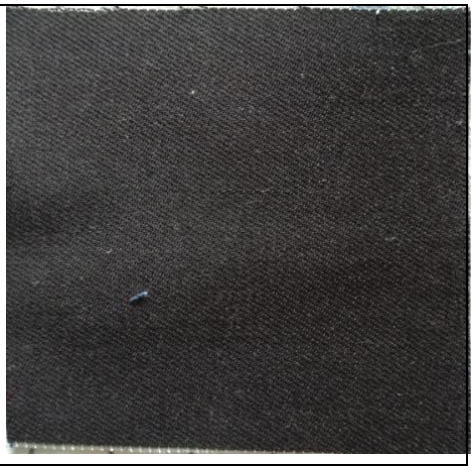
3. EKSPERIMENTALNI DIO

Zadatak ovog diplomskog rada je bio istražiti učinke različitih sredstava za obezbojavanje džinsa u svrhu postizanja konačnog cilja - izrade sjenila za interijerne lampe. Materijal za sjenila lampe je nakon obezbojavanja ciljano oštećen na različite načine s ciljem osvjetljavanja prostora i što većeg prodiranja svijetlosti. Kreativna ideja oštećenja ovog kompaktnog materijala omogućuje igranje svijetla i sjene, što konkretnom prostoru daje jednu sasvim novu dimenziju.

3.1. MATERIJAL

U tablici 1. dane su specifikacije džins tkanine korištene u ovom diplomskom radu.

Tablica 1. Specifikacije džins tkanine

Materijal	Džins	
Sirovinski sastav	97 % Pamuk 3 % elastan	
Površinska masa	397,6 g/m^2	
Vez	Keper	
Gustoća niti Osnova Potka	 30 cm^{-1} 20 cm^{-1}	

Provedena je test proba na prisutnost škroba na tkanini radi izrade plana eksperimenta. Pomoću otopine kalijevog jodida/joda (KI/I_2) je potvrđeno da je ona odškrobljena, čime je spremna za daljnje postupke i obrade.

3.2. POSTUPCI I OBRADE

U radu su primijenjeni postupci obezbojavanja džinsa primjenom različitih sredstava:

- ***natrijev hipoklorit, NaClO***
- ***kalijev permanganat, $KmnO_4$***
- ***vodikov peroksid, H_2O_2***
- ***organsko bjelilo na bazi kisika, organIQBleach (Bezema/CHT)***

U radu je dodatno primijenjena obrada sredstvom za obezbojavanje na bazi klora, NaOCl u kombinaciji s vulkanskim kamenom, čime je ostvarena sinergija kemijskog djelovanja i abrazivnog djelovanja. Upotrjebljeni načini obezbojavanja i uređaji prikazani su u tab. 2.

Tablica 2: Opis uzoraka i provedenih obrada

Sredstvo	Simbol	Uređaj	Opis obrada
H_2O_2	I1	Perilica	Uzorci su obezbojeni vodikovim peroksidom u perilici. Postignuto je jednolično obezbojenje uzorka
$KMnO_4$	I2	Mathis	Postupak obezbojavanja je proveden u uređaju Mathis, čime je postignut nejednoličan efekt
$KMnO_4$	I3	Perilica	Postupak obezbojavanja je proveden u perilici. Variralo se količinom sredstva za obezbojavanje i duljinom ciklusa obezbojavanja
	I4		
	I5		
$KMnO_4$	I6	Posuda	Postupak obezbojavanja je proveden u posudi (loncu). Predhodno je džins tkanina čvorana.
NaOCl	I7	Perilica	Postupak obezbojavanja proveden je u perilici sa natrijevim hipokloritom
NaOCl i vulkanski kamen	I8	Mathis	Vulkanski kamen je namakan u kupelji natrijevog hipoklorita kroz sat vremena iza čega je ocijeđen, i stavljen u bubanj stroja zajedno sa tkaninom
Organsko bjelilo	I9	Pištolj - Sholl	Postupak obezbojavanja proveden je špricanjem kupelji na tkaninu, pri čemu je u prvom slučaju uzorak sušen u Shollu a drugi na zraku
	I10	Pištolj - zrak	
Smola	I1, I5	Pištolj	Postupak špricanja.

3.3. KEMIKALIJE I SREDSTVA

Sastav primijenjenih kemikalija i sredstava za obradu džinsa, te namjena istih je razrađena u tab. 3.

Tablica 3: Korištena sredstva, kemijski sastav i uloga

Sredstvo	Kemijski sastav	Namjena
H_2O_2	35 %	za obezbojavanje džins tkanine
Felosan NOF	Masni alkohol etoksilat	sredstvo za pranje bez APEO (alkilfenol etoksilata)
Contavan ALR	fosfonat	Za stabilizaciju H2O2
Heptol NWS	Polimer karboksilne kiseline, sadrži polifosfat	sekvestrant
NaOH	32 % NaOH	za podešavanje pH kupelji otopine za obezbojavanje
$KMnO_4$, p.a.	$KMnO_4$	za obezbojavanje džins tkanine
CH_3COOH	10 %	za podešavanje pH
Denimcol PEX	derivat hidroksilamina	za hladnu neutralizaciju $KMnO_4$
NaOCl	63 g/l aktivnog klora	za obezbojavanje džins tkanine
Na_2CO_3, tehnička	Na_2CO_3	Za podešavanje alkaliteta
organlQ BLEACH	Organsko sredstvo	biorazgradivo, inovativno sredstvo za obezbojavanje
organIQ ASSIST	Anorganska sol s aditivima	dodatak organskom oksidacijskom sredstvu
organIQ BUFFER AO	Mješavina anorganskih kiselina	pufer otopina
DEMIX 423	Smola na bazi polivinil acetata	za završnu obradu tkanine

3.4. POSTUPCI OBRADE

U tablici 4. dani su procesni parametri svih provedenih obrada s ciljem odabira odgovarajućeg uzorka za željeni interijerni proizvod.

Tablica 4. Postupci i obrade

Uzorak	Receptura	Program
I1	11 g/L H_2O_2 35 % 2 g/L Felosan NOF 1.5 g/L Contavan ALR 1.25 g/L Heptol NWS 5 g/L NaOH	60 °C, 90 min
I2	4 g/L $KMnO_4$ 4 g/L CH_3COOH 10% pH 5-6 OK= 1:50 Ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	30 °C, 30 min
I3	2 g/L $KMnO_4$ 4 g/L CH_3COOH 10% pH 5-6 OK= 1:50 Ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	40 °C, 30 min
I4	2 g/L $KMnO_4$ 4 g/L CH_3COOH 10% pH 5-6 OK= 1:50 Ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	40 °C, 60 min
I5	3 g/L $KMnO_4$ 4 g/L CH_3COOH 10% pH 5-6	40 °C, 60 min

	OK= 1:50 Ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	
I6	4 g/L $KMnO_4$ 4 g/L CH_3COOH 10% pH 5-6 ispiranje 5 g/L Denimcol PEX	50 °C, 15 min
I7	50 ml / L NaOCl 3 ml/L NaOH 32% 3 g/L Na_2CO_3 pH 9-10 ispiranje 5 ml/L H_2O_2 35%	60 °C, 60 min
I8	465 g vulkanskog kamena natopljenog u 1 L NaOCl, i ocijeđen	40 °C, 60 min
I9	270 g/L organlQ BLEACH 30 g/L organIQ ASSIST 125 g/L organIQ BUFFER AO	40 °C, 30 min
I10		zrak, 60 min
I1, I5	5 % DEMIX 423	sušenje: 120 °C, 10 min fiksiranje: 170 °C, 5 min

Odabrani su određeni postupci obezbojavanja, na kojima su dodatno rađeni specijalni efekti stvaranja rupica, vidljivih potkinih niti i obrade smolama. Konkretnije, kao najprihvatljiviji, izuzeti su uzorci dobiveni obradama **I1, I5 i I6.** Na istima su nastavljene druge obrade.

Uzorci I1 i *I5* su obrađivani na način da se pažljivo uklanjala osnova džins tkanine kako bi ostala netaknuta potka (tzv. *efekt potke*). Na istima se radila naknadna obrada prskanjem otopine smola na bazi polivinil acetata (5%), s ciljem učvršćivanja tkanina, što je neophodno za izradu kvalitetnog sjenila za lampe.

Na *uzorku I6* pod kontroliranim uvjetima pažljivo se vršilo prskanje kapljica 35 % H_2SO_4 po obrađenom džinsu, kiselina ostavila djelovati 15 min, nakon čega je slijedilo sušenje na 50 ºC i neutralizacija u perilici kroz 20 min. Na područjima tretiranim kiselinom nastale su rupice s vidljivim elastanskim nitima.

3.5. UREĐAJI I APARATI

U obradi džinsa su korišteni različiti uređaji i aparati. Za jednolično obezbojavanje džinsa koristila se perilica. Sušenje obrađenih uzoraka džinsa je izvršeno u aparatu Scholl ili na zraku.

3.5.1. ANALITIČKA VAGA

Pomoću analitičke vage su izmjerene mase uzoraka džinsa kao i mase primijenjenih sredstava i kemikalija, sl.12.



Slika 12: *Analitička vaga Mettler Toledo*

3.5.2. UREĐAJ ZA OPLEMENJIVANJE I BOJADISANJE

Turbomat P4502 je uređaj tvrtke Werner Mathis (u daljnjem tekstu Mathis) korišten je za procese mokrog oplemenjivanja, a podešavanje procesnih parametara je CNC vođeno. Rad uređaja se temelji na pokretanju kupelji i materijala. U Mathisu su se obrađivali materijali (I2, I8) u svrhu postizanja specijalnih efekata.



Slika 13: *Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje, Turbomat P4502, Mathis*

3.5.3. PERILICA RUBLJA

Perilica rublja BEKO WMD 66120 se koristila za potrebe jednoličnog obezbojavanja *(I1, I3, I4, I5, I7),* te neutralizacije materijala nakon obrade sa sredstvima *(I2, I3, I4, I5, I6, I7).*



Slika 14: *Perilica rublja BEKO WMD 66120*

Korišteni su sljedeći programi:

- program „sport“: 40 °C, 60 min
- program „mini 30“: 40 °C, 30 min
- program „sintetika“: 60 °C, 60 min

3.5.4. RASTEZNI SUŠIONIK

Rastezni sušionik, TKF 15/M350 +LFV/2 350R, Benz je stroj za kontinuirane ili diskontinuirane obrade plošnih uzoraka. Određeni materijali (I1, I6) su se naknadno termički obrađivali, odnosno fiksirali na rasteznom sušioniku.



Slika 15: *Sušionik rastezni sa fularom*

3.5.5. SUŠIONIK

Pomoću sušionika, Scholl, pojedini materijali (I5, I9)) su osušeni pri određenoj temperaturi radi nastavka određenih postupaka obrade.



Slika 16: *Sušionik Scholl*

3.6. MJERNE METODE

Opisane su metode karakterizacije postignutih efekata. Pomoću specijalnog mikroskopa i dinamometra utvrđivala se karakterizacija površine, odnosno čvrstoća postignutih efekata, dok se spektrafotometrom određivala promjena tona obezbojenih uzoraka.

3.6.1. ODREĐIVANJE VLAČNIH SVOJSTAVA

Za određivanje vlačnih svojstava, izmjerena je prekidna sile uzoraka prije i nakon provedenih obrada. U radu je korišten dinamometar Tensolab, Mesdan-lab, sl. 17.



Slika 17: *Dinamometar, Tensolab, Mesdan*

Uređaj omogućava korištenje metoda mjerenja prekidne sile vezano uz odabrane standarde (mokro, suho, ispitivanje proboja i sl.) s mogućnostima prilagođavanja procesnih parametara i opcijama ispisa dobivenih rezultata uz izračun i automatsko ažuriranje podataka u internu bazu.

3.6.2. DIGITALNI MIKROSKOP

Specijalni digitalni mikroskop, sl. 18. Dino-lite, tip Premier je korišten za mikroskopiranje i površinsku karakterizaciju svih uzoraka džinsa. Mikroskopiralo se u dvije različite rezolucije.



Slika 18.: *Dino-lite, tip Premier*

3.6.3. REMISIJSKI SPEKTROFOTOMETAR

Računalno vođen remisijski spektrofotometar - Spectraflash SF 300, DataColor namijenjen je kontroli kvalitete kroz mjerenje spektralnih veličina, boje i bjeline sa plošnih površina (tekstil, papir, plastika, drvo, metal, itd.) i računalnom receptiranju, sl. 19.

Karakteristike uređaja: vođen je računalno, automatizirana zoom-leća i UV kontrola, dvije veličine mjernog otvora: R=0,65 cm; R=2,2 cm, mogućnost računalnog receptiranja, tri osnovna izvora svjetlosti, napajanje uređaja 220 V, mjerno područje 360-700 nm.

Uzorak se postavlja i učvršćuje posebnim držačem na mjerni otvor instrumenta. Osvjetljava se iz izvora svjetlosti ugrađenog u instrument. Instrument mjeri valne dužine reflektiranog i apsorbiranog dijela upadne svjetlosti. Mjerni podaci pohranjuju se u računalnu bazu podataka, iz koje se pomoću specijaliziranog računalnog programa izračunavaju daljnji parametri potrebni za definiranje boje, bjeline ili potrebni za provođenje postupka računalnog receptiranja.



Slika 19*: Spektrofotometar, Spectraflash SF 300*

4. REZULTATI S RASPRAVOM

Primjena različitih obrada na materijalu izazvala je veće ili manje promjene svojstava džinsa. Takve namjerno izazivane promjene se očituju kroz jednolične ili nejednolične specijalne efekte, koji su objektivno vrednovani primjenom prethodno istaknutih metoda: gravimetrije, spektrofotometrije, mikroskopije i metode za ispitivanje mehaničkih svojstava materijala kroz mjerenje prekidne sile i prekidnog istezanja.

4.1. POVRŠINSKA MASA

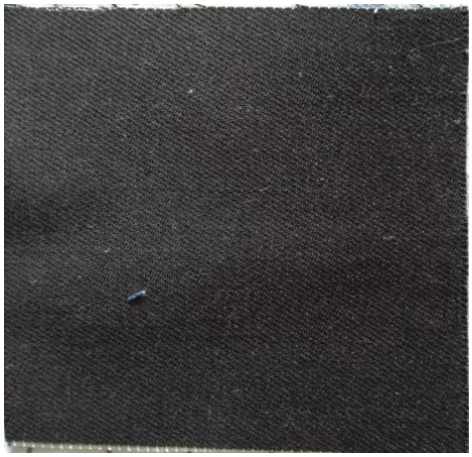
Tablica 5: Površinska masa (Q)

Oznaka	Q (g/m^2)
N	397.6
I1	400.5
I2	398.2
I3	398.7
I4	392.5
I5	397.9
I7	397.3
I8	410.4
I9	387.6
I10	398.7

Analiza rezultata prikazanih masa uzoraka džinsa prije i nakon obezbojavanja i tretiranja vulkanskim kamenom ukazuje da je masa promijenjena u odnosu na neobrađeni (N) uzorak, tab.5. Povećanje mase uzoraka džinsa se može tumačiti skupljanjem u uvjetima provedenih postupaka obrade, dok se smanjenje mase može pripisati depolimerizaciji i oštećenju pamučne celukoze u provedenim obradama s jačim oksidacijskim sredstvima.

4.2. VIZUALIZACIJA POVRŠINA

Postupak obezbojavanja je proveden u različitim uređajima aparatima, koji se razlikuju po načinu cirkulacije kupelji, te ostalim mehaničkim parametrima, koji uz kemijski utjecaj primijenjenih sredstava utječu na stupanj jednoličnosti u obradi. Vidljivo je da je obrada uzoraka u perilici s naknadnim sušenjem na zraku rezultirala najjednoličnijim efektom, što je i očekivano s obzirom na dinamiku izmjene kupelji i materijala, te volumenu bubnja, sl. 20.



Slika 20: U*zorak džinsa prije obrade*

Uzorak I1

Na slici 21. prikazan je uzorak I1, obezbojen s H_2O_2 u perilici. Dobiven je jednoličan efekt obezbojavanja.



Slika 21: *Obrada I1*

Uzorak I2

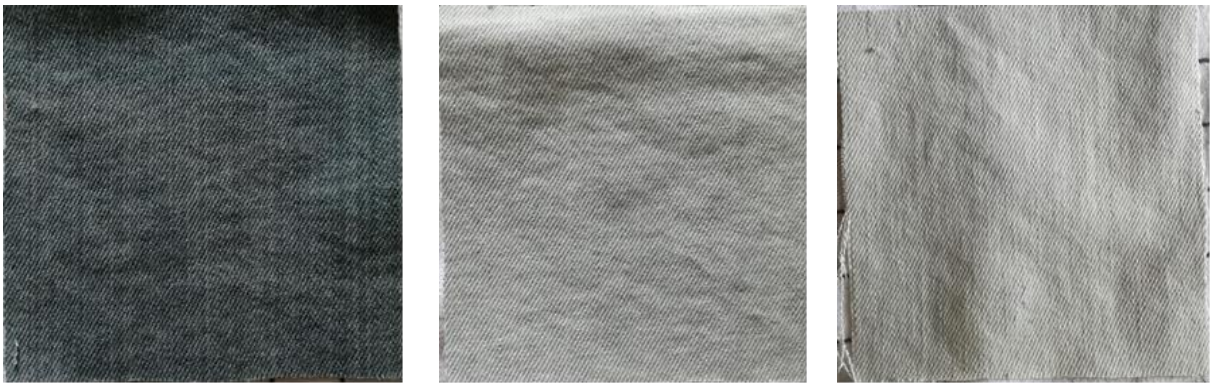
Obezbojavanje džinsa kalijevim permanganatom u aparatu Mathis rezultiralo je nejednoličnim efektom, gdje se mogu vidjeti lokalizirana tamna mjesta na svijetloj podlozi džins, sl. 22.



Slika 22: *Obrada I2*

Uzorci I3, I4 i I5

Jednoličniji efekt je ostvaren obezbojavanjem kalijevim permanganatom koji se dozirao u tri različite kupelji, pri čemu je doziran u nižoj i višoj koncentaciji u perilici na 60 °C, sl.23. Obezbojavanjem nižom koncentracijom kalijevog permanganata (I3) ostvaren je krajnji rezultat - slabiji efekt, odnosno ton uzorka je tamniji u odnosu na višu koncentraciju kalijevog permaganata (I4 i I5), gdje se uočava veliki stupanj obezbojenja, odnosno površina džinsa je sivkastog gotovo bijelog tona.

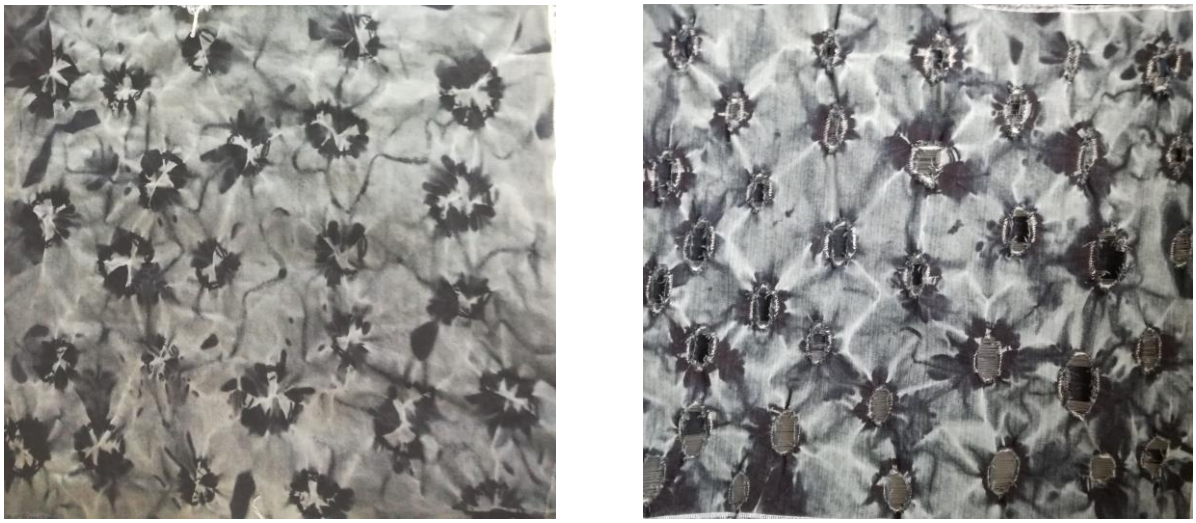


a. b. c.

Slika 23: *Uzorci: a.) I3; b.) I4 i c.) I5*

Uzorak I6

Na obrađenom uzorku (I6) vršila se dodatna obrada, na način da su kapljice 35 % H_2SO_4 prskane na pojedine dijelove materijala. Sušenje i naknadno ispiranje kiseline je dovelo do „rupičastog efekta“, sl. 24. Vidljivo je da je pamučna komponenta osnovinih i potkinih niti razorena, dok je elastan u potkinim nitima ostao sačuvan, sl. 25.



a. b.

Slika 24: *Uzorak I6*



Slika 25: *Uvećani dio uzorka I6*

Uzorak I7



Slika 26: *Uzorak I7*

Obezbojavanje džinsa provedeno je u perilici radi dobivanja jednoličnog efekta (sl. 26), uočava se svjetliji ton od uzorka I1.

Uzorak I8

Obezbojavanje uzorka I8 (sl. 27) dobiveno je proizvoljnom količinom vulkanskog kamena koji se prethodno namakao 60 min u otopini natrijevog hipoklorita. Materijal u kombinaciji s

kamenom rotirao je u bubnju Mathisa na 40 °C kroz 60 minuta.. To je tzv. suha obrada džins tkanine. Po završetku obrade provedena je neutralizacija.



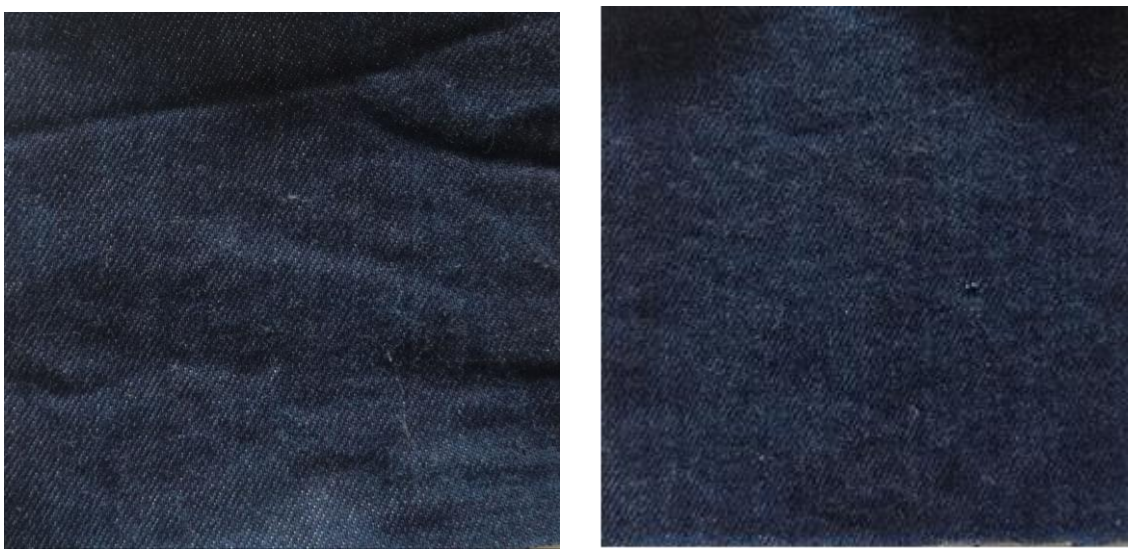
Slika 27: *Uzorak I8*

Postignut je nejednoličan i ispran efekt džinsa. Dobiveni efekt je zanimljiv, može se reći da se radi o svojevrsnoj igri svjetla i sjene, što je s dizajnerskog gledišta poželjno. Jedini nedostatak, ako se to može tako reći je nemogućnost postizanja identičnog efekta. S druge strane, ovaj način obezbojavanja tretiranom materijalu daje dodanu vrijednost. Svaki se put postiže unikatan efekt.

Uzorci I9* i *I10

Obezbojavanje džinsa organskim bjelilom vršilo se postupkom špricanja kupelji na materijal, pri čemu je uzorak I9 (sl. 28.a) sušen u aparatu Scholl kroz 30 min, a uzorak I10 (sl. 28.b) na zraku 60 min.

Primjenom ovog sustava obezbojavanja, džins ostvaruje dualnu inovaciju, ekološki benefit i učinak. Ovaj inovativan sustav posjeduje sinergiju ekonomskih, sigurnosnih i ekoloških premisa. S obzirom na razvojnu fazu, proizvođači kažu da nije primjenjiv za džins koji u sastavu ima elastan.



a. b.

Slika 28.: *Uzorci: a.) I9; b.) I10*

Iako je specificirana njegova neprimjenjivost na džinsu s elastanskim nitima, ova mi je obrada bila svojevrsni izazov. Dobiveni su efekti obezbojenja i vizualno su primjetni, te prilično jednolični. Postupak sušenja je utjecao na rezultat, što je posljedica uređaja a, ne obrade. Uzorak sušen u Schollu je izlomljen (I9), na zraku ne (I10).

Uzorci I1 i I5 kao inspiracija za interijerni tekstil

S obzirom da je cilj dobiti specijalni efekt za sjenilo lampe, uslijedili su postupci za otvaranjem strukture džinsa. U tom cilju su postupkom trganja izdvojene osnovine niti na određenim razmacima, te su ostale vidljive samo potkine neobojane niti. Ovaj postupak je iziskivao strpljivost i predanost u radu. Pomoću brusnog papira lagano se strugalo po materijalu radi otvaranja osnove i potke odnosno keper veza. Zatim su se ručno, pomoću škarica i pincete, osnovine niti izvlačile na određenoj širini kako bi se postigao željeni efekt točnije dizajn. Da bi se dobio čvršći, stabilniji uzorak za sjenila lampi s ciljem primjene u interijeru, materijal se naknadno obradio smolama. Postupak je proveden špricanjem kupelji na materijal, naknadnim termičkim obradama na rasteznom sušioniku, sušenjem na 120 °C kroz 10 minuta i fiksiranjem na 170 °C kroz 2 minute, sl. 29.





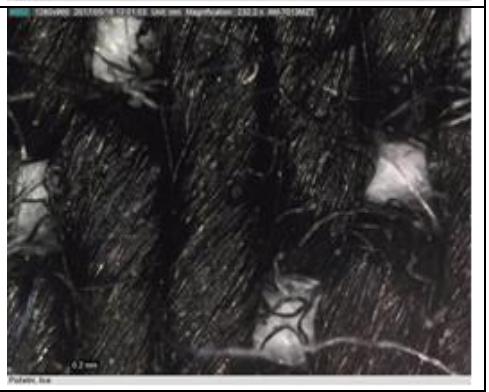
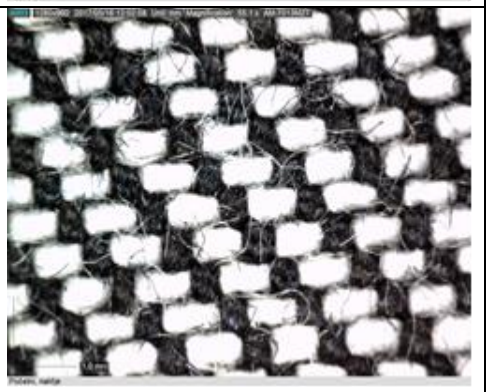
a. b.

Slika 29.: *Uzorci: a) I5; b) I1*

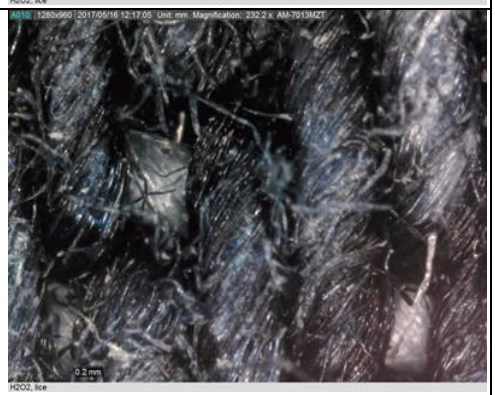
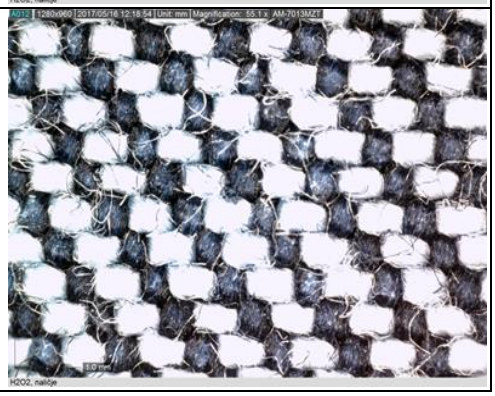
4.3. KARAKTERIZACIJA POVRŠINE MIKROSKOPOM

Specijalni digitalni mikroskop Dino-Lite, tip Premier omogućuje mikroskopiranje površinske karakterizacije obrađenih uzoraka. Daje jasnu sliku i uz različita povećanja na koji način su se formirala vlakna nakon tretiranja različitim obradama. U tablicama 6-15 prikazane su mikroskopske slike uzoraka nakon provedenih postupaka.

Tablica 6. Neobrađeni uzorak džinsa

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
N, lice	Jasno se uočava struktura tkanine, plave niti su osnovine a bijele – neobojane potkine, djelomično vidljiva stršeća vlakanca	55.1	
		232.2	
N, naličje		55.1	
		231.2	

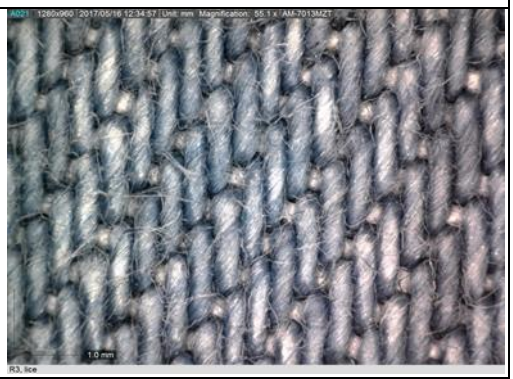
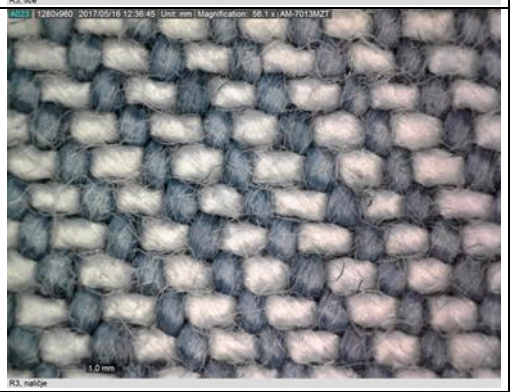
Tablica 7. Uzorak džinsa, I1

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I1, lice	Bojilo je jednolično izbijelilo tkaninu, uočljiva su stršeća vlakanca	53.1	
		232.2	
I1, naličje		232.2	
		55.1	

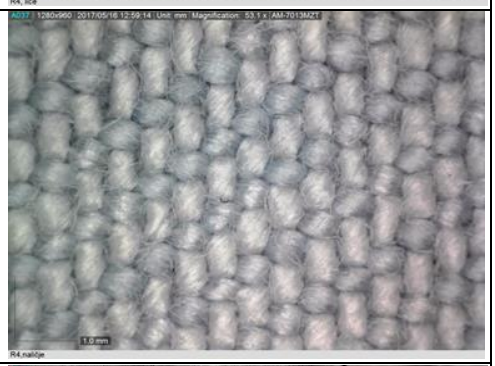
Tablica 8. Uzorak džinsa, I2

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I2, lice	Jednolično izbijeljena tkanina, sivkasto- bijelog tona, obojana je osnova i potka, djelomično slijepljena vlakanca	53.1	
		234.2	
I2, naličje		55.1	
		230.2	

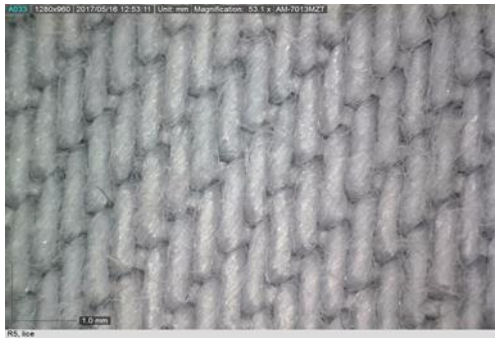
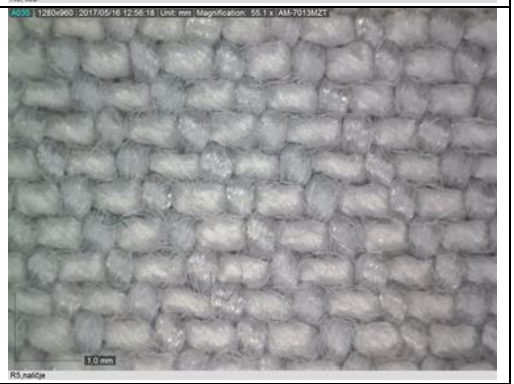
Tablica 9. Uzorak džinsa, I3

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I3, lice	Bojilo je jednolično obojilo osnovu i djelomično potku, vidljiva promjena tona, sivkasto plava, vlakanca su slijepljena	55.1	
		235.2	
I3, naličje		56.1	
		232.2	

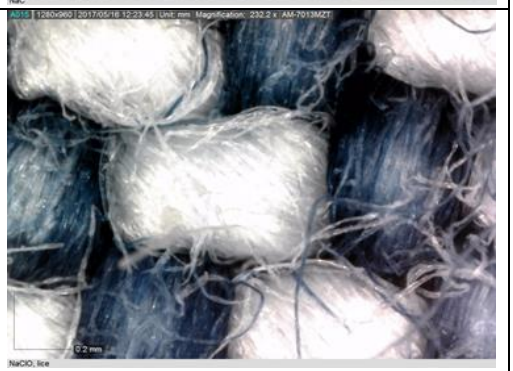
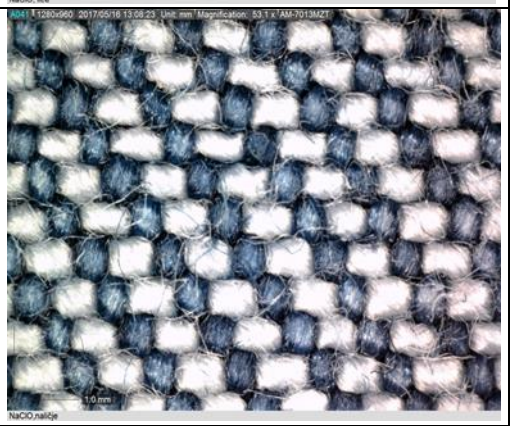
Tablica 10. Uzorak džinsa, I4

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I4, lice	Jednolično je izbijeljena osnova i potka, vidljiva promjena tona, sivkasto-bijela,slijepljena vlakanca	54.1	
		233.2	
I4, naličje		53.1	
		231.2	

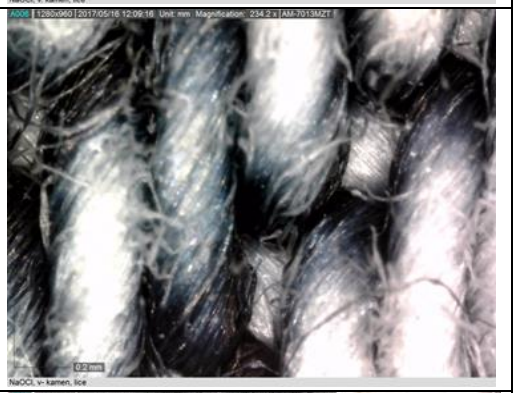
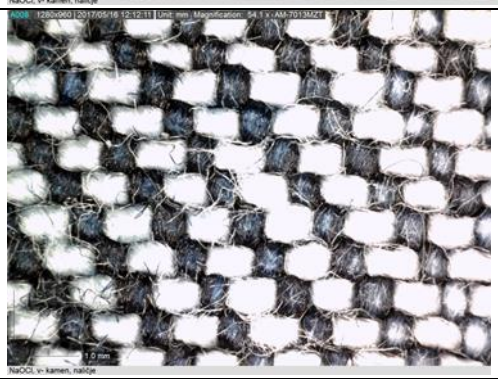
Tablica 11. Uzorak džinsa, I5

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I5, lice	Jednolično je izbijeljena osnova i potka, vidljiva promjena tona, sivkasto-bijela,slijepljena vlakanca	53.1	
		234.2	
I5, naličje		55.1	
		234.1	

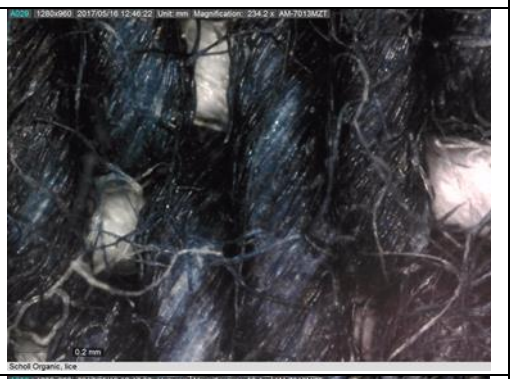
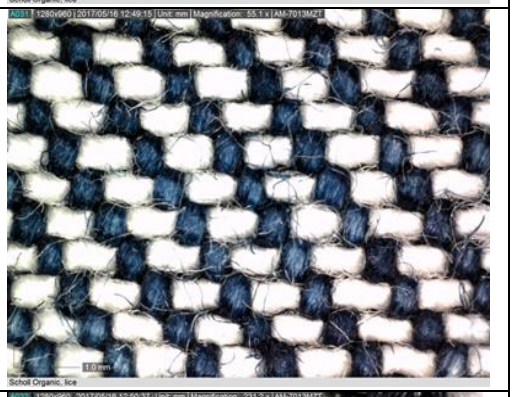
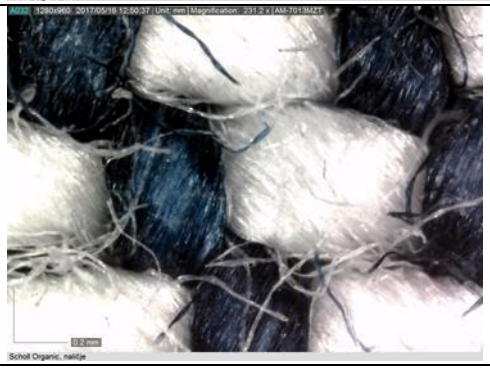
Tablica 12. Uzorak džinsa, I7

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I7, lice	Tkanina je jednolično izbijeljena, vidljiva je promjena tona kao i stršeća vlakanca	55.1	
		234.2	
I7, naličje		232.2	
		53.1	

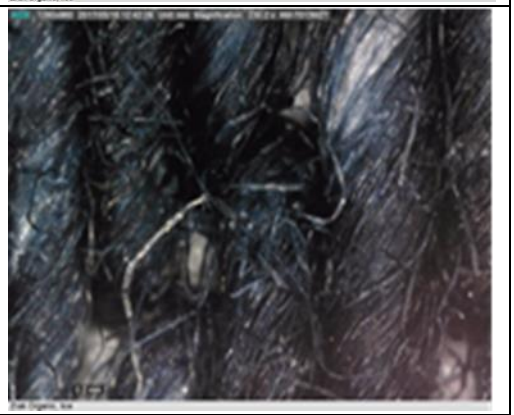
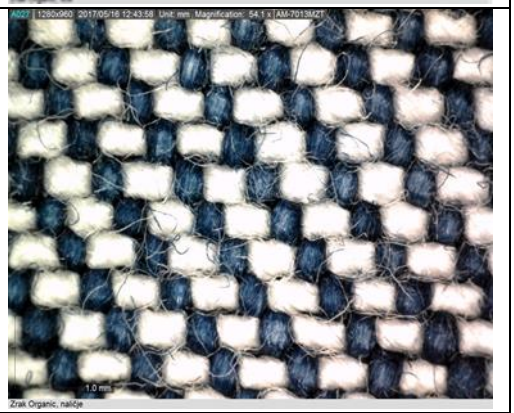
Tablica 13. Uzorak džinsa, I8

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I8, lice	Djelomično razaranje bojila, ovisno o jačini djelovanja vulkanskog kamena pošto je nejednolično izbijeljen materijal, vidljiva stršeća vlakanca	53.1	
		234.2	
I8, naličje		233.2	
		54.1	

Tablica 14. Uzorak džinsa, I9

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I9, lice	Bojilo je jednolično izbijelilo tkaninu, vidljiva promjena tona, uočljiva strščeća vlakanca	234.2	
		55.1	
I9, naličje		55.1	
		231.2	

Tablica 15. Uzorak džinsa, I10

Obrada	Karakterizacija površine	Povećanje (X)	Slika uzorka
I10, lice	Bojilo je jednolično izbijelilo tkaninu, vidljiva promjena tona, uočljiva stršeća vlakanca	54.1	
		230.2	
I10, naličje		54.1	
		234.2	

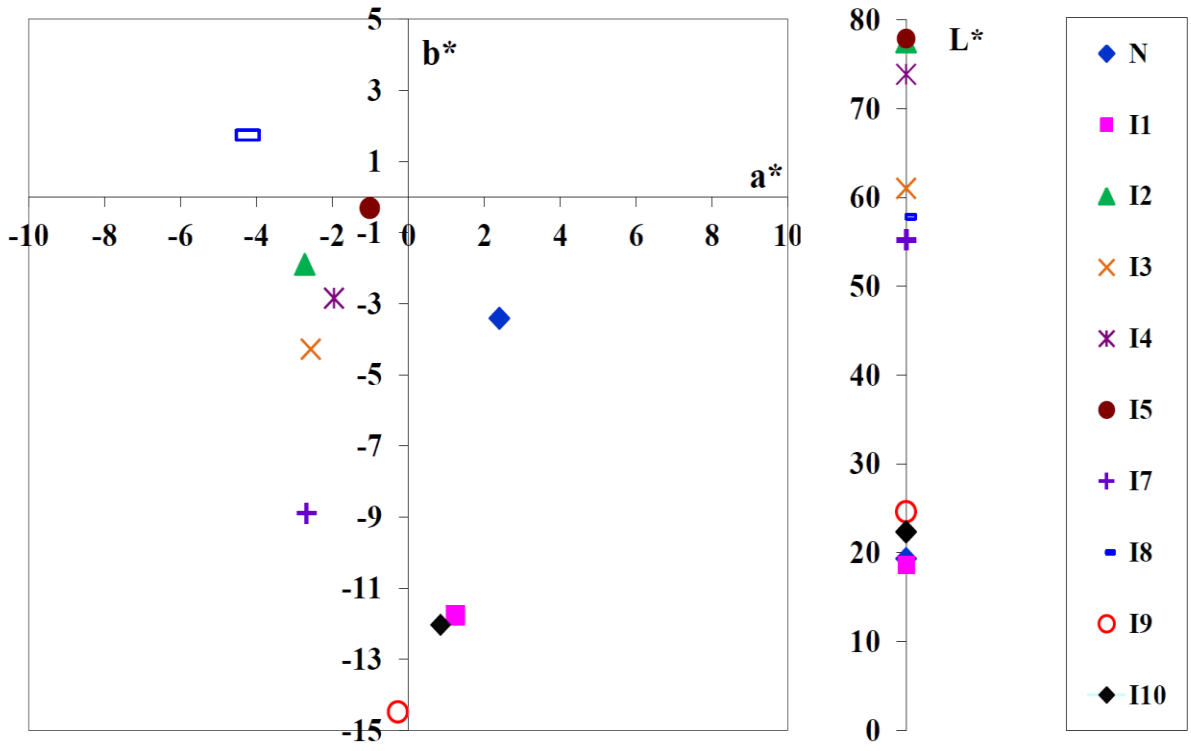
4.4. SPEKTRALNE KARAKTERISTIKE

Tretiranjem, odnosno obezbojavanjem džinsa pomoću sredstava i kemikalija različitim postupcima obrade znatno se utječe na promjenu tona materijala, što je vidljivo u prikazanoj tab.16 i sl. 30. Promjena tona obojenja džinsa nakon obrade je karakterizirana CIE L*a*b* skalom kao prosječna vrijednost pet pojedinačnih mjerenja.

Tablica 16. Promjene spektralnih vrijednosti obezbojenih uzoraka u usporedbi s početnim

Oznaka	L*	a*	b*
N	19.34	2.40	-3.41
I1	18.65	1.24	-11.76
I2	77.51	-2.73	-1.89
I3	61.05	-2.57	-4.28
I4	73.87	-1.96	-2.84
I5	77.92	-1.01	-0.31
I7	55.20	-2.68	-8.89
I8	57.82	-4.53	1.74
I9	24.60	-0.27	-14.48
I10	22.34	0.85	-12.03

Promjene tona uzoraka nakon provedenih postupaka obezbojavanja karakterizirani su preko CIE L*a*b* prostora boje (tab. 16, sl. 18).



Slika 30: *CIE L*a*b* prostor boje*

Slika 18 prikazuje CIE L*a*b* prostor boje definiran s vrijednostima svjetline (*L**) i pripadajućim koordinatama boje (*a** i *b**) obezbojenih uzoraka. CIE L*a*b* koordinate uzoraka pokazuju da najmanju svjetlinu ima uzorak obezbojavan s H_2O_2, dok najviše vrijednosti svjetline daju uzorci tretirani s $KMnO_4$. Ekološki obezbojavani uzorci (I9 i I10) imaju pomak u plavo (-b*), ali i najmanju razliku u svjetlini u odnosu na neobrađeni uzorak.

4.5. PREKIDNA SILA

Tretiranjem džinsa različitim kemikalijama dolazi i do pada čvrstoće materijala, koja ujedno ovisi o vrsti i koncentraciji samih kemikalija. Mjerenja prekidne sile i prekidnog istezanja je prikazana u tab. 17.

Tablica 17. Prekidna sila i prekidno istezanje ispitivanih obezbojenih uzoraka

Veličina uzorka epruvete	200 mm	Brzina stezaljki: 100 mm/min			Predopterećenje: 2 N	
Uzorak		Fp [N]	$Fp_{sr.}$ [N]	Δ Fp [%]	ε [%]	$ε_{sr.}$ [%]
N	1. osnova	2034	2003	-	23.3	22.75
	2. osnova	2036			22.2	
	3. osnova	1940			22.8	
I1	1. osnova	1516	1497	25.26	26.1	25.45
	2. osnova	1496			26.6	
	3. osnova	1480			23.7	
I2	1. osnova	1709	1715	14.38	25.7	25.25
	2. osnova	1689			25.1	
	3. osnova	1746			25.1	
I3	1. osnova	1852	1831	8.8	23.9	25.00
	2. osnova	1794			25.5	
	3. osnova	1846			25.7	
I4	1. osnova	1630	1621	19.07	24.3	25.15
	2. osnova	1607			25.7	
	3. osnova	1627			25.5	
I5	1. osnova	1596	1534	23.41	25.4	25.55
	2. osnova	1519			26.3	
	3. osnova	1489			25.1	
I7	1. osnova	1533	1628	18.72	26.6	26.50
	2. osnova	1690			26.4	
	3. osnova	1662			26.6	
I8	1. osnova	957	822	58.96	20.7	19.55
	2. osnova	610			18.0	
	3. osnova	890			20.0	
I9	1. osnova	1774	1745	12.88	25.1	24.80
	2. osnova	1827			24.9	
	3. osnova	1634			24.5	
I10	1. osnova	1919	1900	5.4	24.9	24.60
	2. osnova	1900			24.3	
	3. osnova	1882			24.6	

Svi postupci oplemenjivanja neminovno utječu na čvrstoću tretiranih materijala, pa tako i džinsa. Na koji način su pojedini postupci djelovali na čvrstoću vidljivo je iz tablice 16 u kojoj su prikazane vrijednosti prekidne sile (Fp) i prekidnog istezanja (ε), iskazani na osnovu tri pojedinačna mjerenja. Najmanji utjecaj na čvrstoću je imalo organsko bjelilo (I10, 5,14 %), što se i u ovom slučaju pokazalo povoljnim čimbenikom. $KMnO_4$ pokazuje da se s povećanjem stupnja obezbojavanja smanjuje i čvrstoća (I3 < I4 < I5). Obezbojavanje vulkanskim kamenom namočenim u otopinu NaOCl (I8), tzv. suhom obradom imalo je najveći utjecaj na čvrstoću, pad za 58,96 %. U ovom slučaju mehaničko djelovanje vulkanskog kamena na materijal imalo je i više nego značajan utjecaj na konačni efekt i čvrstoću.

4.6. REALIZACIJA – DIZAJN LAMPE

Izrada lampe je podijeljena u nekoliko faza, a one su:

- Izrada postolja lampe
- Izrada elektronike (rasvjete i prekidača za rasvjetu)
- Oblikovanje sjenila od džinsa

Izrada postolja

Postolje lampe izrađeno je od obrađenog hrastovog drveta, pri čemu je gazište u dimenzijama širine 10 cm i dužine 1 metar podijeljeno na četiri dijela, od čega dva dimenzija 10 x 9 cm, a preostala dva 11 x 10 cm. Hrastovo drvo je izrezano stolarskim alatom tj. pilom za drvo. Nakon rezanja drvo je dodatno obrađeno brusnim papirom kako bih dobila finije rubove bez naznaka rezanja i oštećenosti.

Nakon što je postolje bilo napravljeno, uslijedilo je bušenje rupa u kutovima četverokutnog postolja kako bi se postavili nosači koji će sjenilo od džinsa činiti uspravnim. Okomiti nosač je napravljen od aluminijske žice promjera 5 mm. Izbor aluminijske žice je fleksibilnost u radu zbog male mase.

S donje strane postolja zabijene su u kutove postolja "nogice" koje daju mali razmak, otprilike 5 mm, između postolja i podloge, zbog tehničkih razloga kako bi kabel mogao imati mjesta u tom prostoru i kako bi lampa stajala uspravno. Također je izbušena rupa u sredini postolja zbog provlačenja kabla koji dovodi struju do rasvjetnog tijela.

Izrada elektronike

Materijal koji je korišten za elektriku je žica (2 x 0,75 mm), keramičko grlo za žarulju (zbog otpornosti na toplinu), prekidač (za paljenje i gašenje svijetla), obična utičnica te LED žarulja jakosti 3 W. Sav materijal koji je naveden i korišten stavljen je u pogon po pravilima elektrotehničke struke.

LED žarulja koristi se prvenstveno iz tog razloga što ne rasipa toplinu tj. ne grije tekstil kao što to čini žarulja sa žarnom niti. Ostali razlozi su energetska učinkovitost (LED žarulja troši do 10 puta manje energije u prosjeku na ostala rasvjetna tijela), vrijeme trajanja LED žarulje (koje je do 10 puta duže od recimo žarulje sa žarnom niti) te prirodnija svjetlost.



Slika 31.: *Postolje i elektronika lampe*

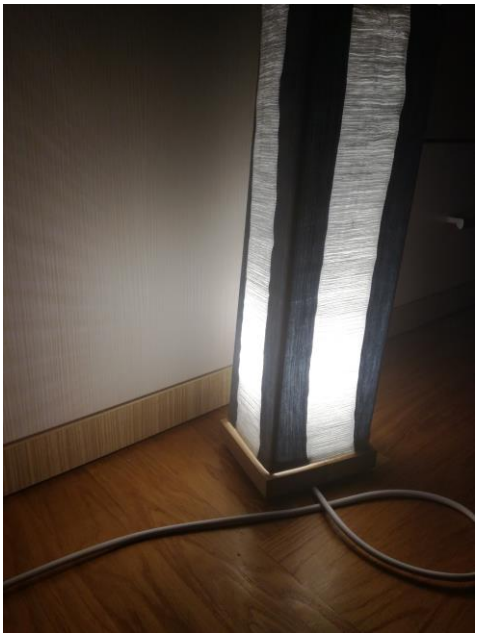
Oblikovanje sjenila lampe

Nakon izrade svih osnovnih elemenata kako bi lampa mogla nesmetano funkcionirati, na kraju dolazi do postavljanja obrađenog džinsa - sjenila. Svaki uzorak odnosno sjenilo daje

jedinstven efekt koji je ostvaren oštećenjem džinsa, čime je na taj način omogućen prodor svjetla i pridonosi specijalnim svjetlosnim efektima u interijeru.

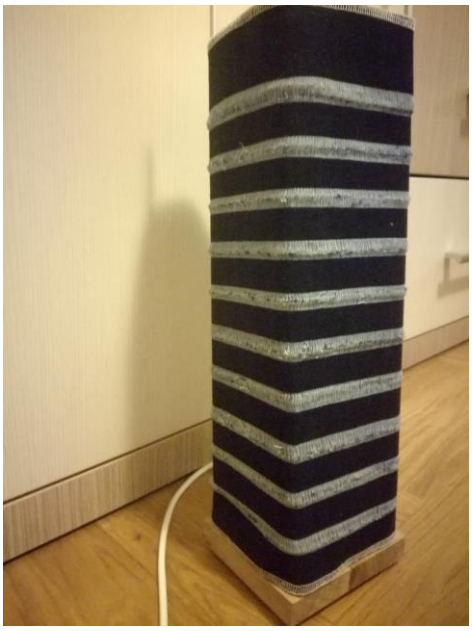


a.

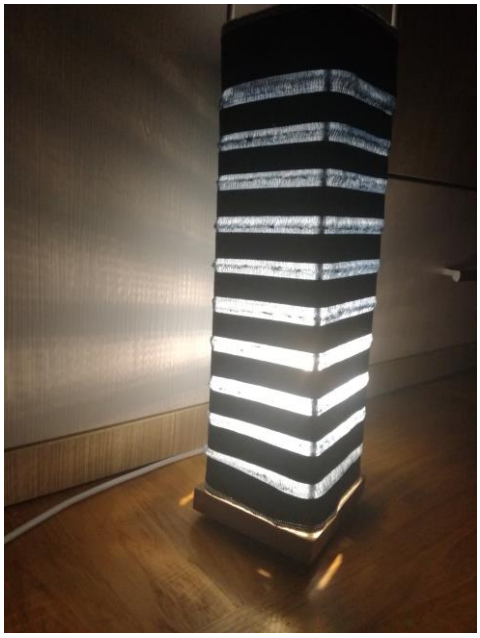


b.

Slika 32.: *Realizirana lampa*



a.



b.

Slika 33.: *Realizirana lampa*





a. b.

Slika 34.: *Realizirana lampa*





a. b.

Slika 35.: *Realizirana lampa*

5. ZAKLJUČAK

Džins kao materijal iznova inspirira dizajnere i tekstilne tehnologe, s obzirom da kreacije džinsa specijalnim efektima otvaraju brojne mogućnosti i neponovljivosti. Tehnološka dostignuća na džinsu kroz obezbojenje, istrošen izgled, oštećene niti, poderana mjesta, varijaciju obezbojenih oblika, kontrasta i opipa površine su izvrsna podloga za realizaciju kreativnih ideja. Džins kao materijal može pretrpjeti različite kemijske obrade te je stoga pogodan za različite namjene i to ne samo kao odjevni, već i interijerni tekstil.

S druge strane, svjetlo je bitna komponenta svakog interijera. Poželjno je da rasvjetna tijela, osim osvjetljavanja, budu i ukras svakog prostora. Lampa u prostoru je kvalitetan izvor osvjetljavanja, ali i dekoracija primjerena potrebama svakog pojedinca.

U mnoštvu ideja koje su mi bile na raspolaganju kao priliku za kreativan pristup i dizajn, izabrala sam funkcionalni proizvod, lampu koju krasi sjenilo od džinsa. S obzirom da ovakav proizvod još nije ugledao svijetlo dana, uvjerena sam da upravo takav - dizajniran, unikatan i proizvod na tržištu, može privući pažnju mnogih kupaca. S obzirom na izvorni taman ton i kompaktnost džinsa, bilo ga je potrebno obezbojiti i dodatno ciljano oštetiti. Na taj način su se otvorili prozorčići, načinili urezi i procjepi kroz koje će dopirati svjetlost kroz igru svijetla i sjene. Na taj način se konkretnom prostoru može dati jedna sasvim nova dimenzija.

Upravo to je i bila misao vodilja - težnja da posve nov i kreativan funkcionalni dizajn jednog proizvoda od tekstila za svakodnevnu upotrebu može obogatiti interijer posve novom i neuobičajenom komponentom.

6. LITERATURA

[1] http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7835/interior-textiles, dostupno lipanj 2017

[2] Penava, Ž., Ž. Knezić, T. Maksić: Ocjenjivanje stlačivosti tekstilnih podnih obloga za intereijere, Tekstil 64 (2015) 7-8, 239-250

[3] Gorenšek, M. i sur.: Indigo na denim tkaninah, 25. Simpozij v novostih v tekstilstvu: Tekstilije za šport in prosti čas, Ljubljana, 2. junij 2005., 136-141

[4] Dekanić, T, I. Soljačić, T. Pušić: Oplemenjivanje džins odjeće – novosti, Tekstil, 57 (2008) 5, 226 – 242

[5] Garment finishing, Beyond fashion 1, DyStar brochure

[6] Tarbuk, A., T. Pušić, M. Jukić: Optimiranje postupka iskuhavanja pamučne tkanine kiselim i neutralnim pektinazama Tekstil 62 (2013), 9-10; 353-360.

[7] Ehret, S., Feinweber, M., Rosch, H.: Garment, Jeans, Special Effects, CHT R. BEITLICH GMBH, Tubinhen, Germany

[8] American Association of Textile Chemists and Colorists: Garment Wet Processing Technical Manual

[9] (BEZEMA BROŠURA, organIQ BLEACH T/ organLQ ASSIST, CHT R. BEITLICH GMBH, veljača 2016).

[10] Soljačić, I., D. Katović, A.M. Grancarić: Oplemenjivanje tekstila, knjiga I, Pripremni procesi i strojevi za oplemenjivanje, Sveučilište u Zagrebu, 1992.

[11] Z&B – specijalne brošure za džins

[12] Bunić, Ž.: Utjecaj postupaka oplemenjivanja na promjene fizikalno-mehaničkih svojstava džins odjevnih predmeta, Tekstil 41 (1992) 3, 142-150

POPIS SLIKA:

slika 1: *Indigo Tinctoria L*

slika 2: Primjer fiksiranog i nefiksiranog bojila

slika 3: Vulkanski kamen – plovučac

slika 4: Spremnik vulkanskog kamena koji je već korišten za obradu džinsa

slika 5: Džins prije i nakon obezbojavanja s NaClO

slika 6: Džins obezbojen prije i nakon obezbojavanja s KMnO4

slika 7: Džins prije i nakon obezbojavanja lakazama

slika 8: Džins obrađen vulkanskim kamenom i KMnO4

slika 9: Namakanje kamena s KMnO4 u tambleru/bubnju stroja za obradu džinsa

slika 10: Neutralizacija džinsa nakon obezbojavanja s KMnO4

slika 11: Funkcionalizacija komadića džinsa – interijerni tekstil https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiA6JPhyfXUAhXDXBQKHdGzDkEQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.nafeusemagazine.com%2FFaire-un-vide-poche-en-jean-des-idees-des-modeles_a1391.html&psig=AFQjCNHoqf1x9sDvf3a4WYWhjDuGJ-HG6A&ust=1499461946326264, dostupno lipanj 2017.

Slika 12: Analitička vaga Mettler Toledo

Slika 13: Uređaj za oplemenjivanje i bojadisanje, Turbomat P4502, Mathis

Slika 14: Perilica rublja BEKO WMD 66120

Slika 15: Sušionik rastezni sa fularom

Slika 16: Sušionik Scholl

Slika 17: Dinamometar, Tensolab, Mesdan

Slika 18: Dino-lite, tip Premier

Slika 19: Spektrofotometar, Spectraflash SF 300

Slika 20: Uzorak džinsa prije obrade

Slika 21: Obrada I1

Slika 22: Obrada I2

Slika 23: Uzorci: a.) I3; b.) I4 i c.) I5

Slika 24: Uzorak I6

Slika 25: Uvećani dio uzorka I6

Slika 26: Uzorak I7

Slika 27: Uzorak I8

Slika 28: Uzorci: a.) I9; b.) I10
Slika 29: Uzorci: a) I1; b) I5
Slika 30: CIE L*a*b* prostor boje
Slika 31: Postolje i elektronika lampe
Slika 32: Realizirana lampa
Slika 33: Realizirana lampa
Slika 34: Realizirana lampa
Slika 35: Realizirana lampa

POPIS TABLICA:

Tablica 1: Specifikacije džins tkanine
Tablica 2: Opis uzoraka i provedenih obrada
Tablica 3: Korištena sredstva, kemijski sastav i uloga
Tablica 4: Postupci i obrade
Tablica 5: Površinska masa (Q) i gubitak mase uzoraka izražen u %
Tablica 6: Neobrađeni uzorak džinsa
Tablica 7: Uzorak džinsa, I1
Tablica 8: Uzorak džinsa, I2
Tablica 9: Uzorak džinsa, I3
Tablica 10: Uzorak džinsa, I4
Tablica 11: Uzorak džinsa, I5
Tablica 12: Uzorak džinsa, I7
Tablica 13: Uzorak džinsa, I8
Tablica 14: Uzorak džinsa, I9
Tablica 15: Uzorak džinsa, I10
Tablica 16: Promjene spektralnih vrijednosti obezbojenih uzoraka u usporedbi s početnim
Tablica 17: Prekidna sila i prekidno istezanje ispitivanih obezbojenih uzoraka